Current Issue Review 83-6E

CRUISE MISSILES

James Lee
Political and Social Affairs Division

Thomas Curren
Science and Technology Division

27 May 1983
Revised 27 August 1990

Library of Parliament
Bibliothèque du Parlement

Research Branch

91-04869/

The Research Branch of the Library of Parliament works exclusively for Parliament, conducting research and providing information for Committees and Members of the Senate and the House of Commons. This service is extended without partisan bias in such forms as Reports, Background Papers and Issue Reviews. Research Officers in the Branch are also available for personal consultation in their respective fields of expertise.

© Minister of Supply and Services Canada 1991
Cat. No. YM32-1/83-6-1990-08E
ISBN 0-660-13860-3

N.B. Any substantive changes in this publication which have been made since the preceding issue are indicated in **bold print.**

CE DOCUMENT EST AUSSI PUBLIÉ EN FRANÇAIS

CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

CRUISE MISSILES

ISSUE DEFINITION

A remarkably versatile and controversial weapon has become familiar on the world military stage in the past decade. Although the cruise missile concept is not new, the modern cruise in its various forms is a striking departure in weapons technology and its full impact on military strategy and arms control is still not well understood.

Proponents of the cruise contend that this weapon is relatively inexpensive and can therefore be deployed in large numbers; that it will conserve sophisticated aircraft and skilled men in the increasingly hostile air environment of the modern battlefield; and that the air-launched cruise will offset the declining effectiveness of U.S. strategic bombers. Opponents argue that this readily concealable weapon is destabilizing to the East-West strategic balance; that the cruise enormously complicates arms reduction negotiations; that it is neither as inexpensive nor as reliable as adherents claim; that U.S. deployment of a new strategic weapon forces the U.S.S.R. to follow suit, escalating the arms race; that changes are being made in U.S. force structure before the operational role of cruise missiles has been adequately defined in military doctrine; and that cruise missile testing in Canada is not in our national interest.

BACKGROUND AND ANALYSIS

A. Cruise Missile Development

While there is sometimes confusion about what is or is not a cruise missile, it is basically an expendable, unmanned, self-guided, aerodynamic vehicle continuously powered by an air-breathing jet engine.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

It can be armed with a small, high-yield nuclear warhead, a conventional high-explosive warhead, or a submunitions package for such specialized tasks as runway cratering. In its various tactical and strategic roles, the cruise can be launched from aircraft, submarines, ships or mobile launchers on land against many types of targets.

Although the cruise missile concept dates back to World War I, when experimentation began with drone aircraft, the operational history of the cruise really began with the German introduction of the V-1 jet-powered flying bomb in World War II. Building upon German technology, both the United States and Soviet Union developed tactical cruise missiles with crude guidance systems during the 1950s. The U.S. also deployed longer-range winged missiles with its strategic forces but these proved unreliable in their guidance and difficult to maintain.

With the appearance of the Killian Report in 1955, which presented alarming evidence of Soviet ballistic missile development, with the first successful Soviet test of an ICBM (intercontinental ballistic missile) in August 1957, and with the launching of Sputnik in October 1957, many American strategists concluded that Russia held a substantial lead in ballistic missilery. ICBM development was accorded high priority in the U.S. and long-range cruise missile development languished. The Soviet Union, however, continued throughout the 1960s and 1970s to modify and upgrade its tactical cruise missile suites, emphasizing naval missions as a countervailing threat to U.S. aircraft carrier task forces. It was a Soviet antiship cruise missile, the Styx, which Egyptian forces used to sink an Israeli destroyer during the 1967 war. The U.S. used its short-range anti-ship missile, The Harpoon, against Libyan patrol boats in 1986.

U.S. interest in cruise missiles re-emerged in the 1970s. Advancing technology in the form of improved guidance, miniaturized electronics, small turbofan engines, high-energy propellants, high-yield conventional and nuclear warheads in compact configurations, and airframes with reduced radar detectability promised the effective application of cruise weapons, even measured against evolving rocket-powered weaponry.

The history of the modern strategic cruise missile in effect began in 1972 when the U.S. Secretary of Defense requested $20 million for

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

the Navy to design a submarine-launched missile with a strategically significant range. In 1974, the U.S. Navy was directed to develop a sea-launched cruise capable of both strategic and tactical missions.

During this period, the U.S. Air Force had conducted bomber penetration studies which would lead to a proposal for an air-launched strategic cruise missile. To enhance the survivability of the relatively slow B-52 strategic bomber in penetrating Soviet air defences, the U.S. had in 1969 initiated the subsonic cruise armed-decoy program, SCAD, while simultaneously developing a short-range attack missile, SRAM, to provide the B-52 with some capability to suppress air defences. The idea then arose of using strategic bombers to launch missiles from a standoff position and work started on a strategic air-launched cruise in 1974, carrying on from the SCAD program. With the establishment of the Joint Cruise Missiles Project in 1977, development of an Air Force air-launched cruise missile (ALCM), a Navy sea-launched cruise missile (SLCM), and an Air Force ground-launched cruise missile (GLCM) carried forward in a coordinated program.

A 1979 fly-off between the Boeing and General Dynamics versions of the ALCM led to Boeing being chosen to continue with the air-launched cruise now being installed on B-52 and B-1B bombers. General Dynamics subsequently won a contract to produce three versions of an SLCM: a land-attack sea-launched cruise armed with a nuclear warhead in one variant and a conventional warhead in the other; and a conventionally-armed antiship SLCM. General Dynamics also held the contract for the nuclear-armed GLCM deployed by NATO in Western Europe. Two conventionally-armed air-launched versions of the General Dynamics cruise missile were also being investigated, one equipped with runway-cratering munitions for airfield attack and the other carrying a high-explosive warhead for use against land targets or surface ships. The airfield attack version of the ALCM was cancelled in August 1983, however, due in part to rapidly rising costs. The remaining versions of the cruise, one form of the Boeing and variants of the General Dynamics Tomahawk, can be itemized as follows:

- the Boeing air-launched nuclear-armed cruise to be fired from the B-52 or B-1 strategic bombers (designated AGM-86B);

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

- the Advanced Cruise Missile (ACM) designated AGM-129A; this missile incorporates "stealth" technology; it is of longer range and higher speed than the AGM-86B, which it is scheduled to replace.
- the General Dynamics ground-launched nuclear-armed cruise being deployed in Western Europe (designated BGM-109G); to be eliminated under the Intermediate-Range Nuclear Forces (INF) agreement;
- four General Dynamics sea-launched cruise variants
  -- a nuclear-armed land-attack version (BGM-109A),
  -- two conventionally-armed land-attack versions (BGM-109C), (BGM-109D)
  -- a conventionally-armed antiship version (BGM-109B);
- a General Dynamics air-launched conventionally-armed cruise variant designed for use against land targets or surface ships (AGM-109L); and

ALCMs were first deployed at Griffiss Air Force Base in New York State, using a squadron of 16 [illegible]ng B-52s of the Strategic Air Command as the launch platform. By the late 1980s, some 60% of the U.S. strategic bomber force had been fitted with an average of 12 ALCMs. NATO strategic planning called for 464 GLCMs to be located in five Western European nations (160 in the United Kingdom, 112 in Italy, 96 in West Germany, and 48 each in Belgium and the Netherlands) together with 108 Pershing II intermediaterange ballistic missiles in West Germany. Deployment of these 572 missiles began in December 1983. Under the INF agreement signed in December 1987, these missiles are to be eliminated. In the mid-1980s, the U.S. Navy planned to place SLCMs on four refitted World War II battleships, on nuclear-powered cruisers, on some air-defence cruisers and destroyers, and on certain nuclear-powered attack submarines -- about 4,000 missiles on almost 200 naval units by the mid-1990s. By 1991, 758 nuclear-armed SLCMs (BGM-109A) which had entered service on American submarines and surface ships in 1984, were also to be deployed. By 1990, only one half of these 758 had been procured.

In 1982, it was decided that developing stealth technology would allow the ALCM to be replaced by an advanced version in 1986. Despite serious problems with quality control and reliability in its Tomahawk cruise missile program, General Dynamics was selected to build 1,400 Advanced Cruise Missiles, to add to the 1,600 ALCMs. Serious problems have plagued the program, and in 1987 McDonnell Douglas was named

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

as a second supplier of the missile - as a safeguard against continuing General Dynamics problems.

The United States holds a substantial lead over the Soviet Union in cruise missile development, in part because of its ability to package the technology more compactly. Nonetheless, the U.S.S.R. may have begun testing longer-range air-launched cruise missiles as early as 1978 and a sea-launched cruise, small enough to be fired from a standard Russian torpedo tube, in 1981. According to the U.S. government's Soviet Military Power 1989, the U.S. and the U.S.S.R. are equal in terms of deployed cruise missile technology, although the U.S. has an edge in strategic systems and the U.S.S.R. an edge in naval systems.

The Soviet cruise missile program is based on a missile similar to the American Tomahawk. With a range of roughly 3,000 kilometres, this missile is produced in air-launched (AS-15), sea-launched (SS-NX-21) and ground-launched (SSC-X-4) versions. (The SSC-X-4 ground-launched version was never deployed, and is slated for elimination under the INF agreement). The sea-launched SS-NX-21, which entered service in 1987, has had some technical problems with its guidance/propulsion systems according to U.S. intelligence, although a two-year improvement program has been "recently completed." Some 136 of these missiles are estimated to be deployed in 1990. U.S. intelligence sources have also reported for years that the U.S.S.R. is working on a new, larger class of cruise missiles but these seem perpetually "in development"; the sea-launched version (designated SSN-X-24) at least may have been cancelled.

B. Cruise Missile Characteristics

Cruise missiles have a major advantage over rocket-powered missiles: since the cruise uses an air-breathing jet engine, it does not have to carry the oxidizer required by a rocket, giving it a much greater range for a given payload and weight of fuel. Otherwise, rocket-powered weapons are far faster, probably more reliable, have a lower radar cross-section, are simpler in their engineering and can use the same guidance systems as a cruise missile. Nevertheless, the range advantage

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

and accuracy of the cruise, coupled with the fact that cruise missiles were not covered in the SALT I agreement, made it a weapon of interest.

Beyond Mach 0.8 (80% of the speed of sound), the efficiency of the simple, subsonic turbofan engine declines and consequently the American cruise missiles described in this section are probably designed to fly at a speed not much greater than 885-965 kilometres per hour (550-600 miles/hour). A small turbofan engine has a cool exhaust and its infrared signature is correspondingly small. The missile's slow speed also means that there is little surface heating due to friction with the air, again contributing to low infrared detectability. Flying at low altitude, cruise missiles are difficult for radar to spot in ground clutter: detection requires expensive systems with sophisticated processing capabilities. This complicates developing an effective defence against the cruise missile.

Table 1 describes certain characteristics of U.S. cruise missiles. Of particular interest are the missile guidance systems. All of the cruise variants are fitted with inertial guidance, a modern solution to determining the position of a moving vehicle. Unlike all other navigation systems, inertial guidance is self-contained and requires no external information. Given an initial orientation, the inertial system senses the motion of the carrier vehicle and uses that information to navigate by calculating changes in position. Inertial navigation is used on such vehicles as ballistic missiles, spacecraft and some commercial aircraft.

Because of its low airspeed, however, the cruise may require several hours to complete its mission. Even the best inertial systems will experience a sufficiently large drift over this period of time to cause unacceptable positional errors in the cruise missile's navigational fix. Thus the inertial system must be updated during flight by a correcting signal from some other form of guidance. TERCOM (terrain contour matching) has been selected as a supplemental navigational system for most land-attack versions of the cruise.

The Earth's surface has been mapped by satellites and it is possible to create highly accurate three-dimensional maps of any land area. Such maps can be converted into a numerical grid and stored in the missile's guidance computer as a series of reference maps along a

Table 1: Characteristics of U.S. Cruise Missiles

Missile (1)	Mission (2)	Warhead (3)	Launch Mode	Carrier	Range (miles/km)	Guidance (4)
ALCM (AGM-86B)	Strategic	Nuclear	Air	B-52/B-1 bombers	1550/2500	INS/TERCOM
ALCM (AGM-129A)(5)	Strategic	Nuclear	Air	B-52/B-1 B-2 bombers	/4000	?
GLCM (BGM-109G)(6)	Tactical	Nuclear	Ground	Truck	1550/2500	INS/TERCOM
SLCM (BGM-109A)	Tactical	Nuclear	Sea	Submarine/surface ship	1550/2500	INS/TERCOM
SLCM (BGM-109C)	Tactical	Conventional	Sea	Submarine/surface ship	800/1300	INS/TERCOM +
SLCM (BGM-109D)	Tactical	Conventional	Sea	Submarine/surface ship	800/1300	INS/TERCOM +
SLCM (BGM-109B)	Tactical	Conventional	Sea	Submarine/surface ship	290/460	INS +
ALCM (AGM-109L)	Tactical	Conventional	Air	USN fighters	345/560	INS +

(1) The ALCM (86B) entered service in December 1982. GLCM deployment began in December 1983. The nuclear-armed SLCM (109A) entered service on both surface ships and submarines in Spring 1984; the conventionally-armed SLCM (109C) became operational on submarines late in 1982 and on surface vessels beginning in March 1983. The antiship SLCM (109B) appeared on submarines in November 1983 and on surface combatants in April 1984. ALCM (109L) is a dual-purpose medium-range air-to-surface missile. With the exception of the shorter-range ALCM AGM-109L, which uses a turbojet engine, the cruise missiles of Table 1 are powered by turbofan engines. Since the turbofan cannot propel a missile from rest, GLCMs and SLCMs need an initial rocket boost to accelerate to flying speed.

(2) Strategic and tactical applications are not clearly separated in all circumstances.

(3) The nuclear warhead is reported to be a 200 kiloton device in the ALCM and a 100-200 kiloton device in the GLCM and SLCM. Conventional warheads contain from 480 to 1,200 pounds of high explosives, depending upon the variant.

(4) INS stands for inertial navigation system; TERCOM for terrain contour matching. "+" means there is supplemental precision guidance for terminal homing.

(5) In development.

(6) To be eliminated under the INF Treaty.

Source: Modified from: Charles A. Sorrels, U.S. Cruise Missile Programs: Development, Deployment and Implications for Arms Control, McGraw-Hill Publications, Canada, 1983, fold-out chart at front of book.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

pre-programmed flight path. During the missile's flight, readings from an onboard downward-looking radar are periodically used to compare the terrain below with the stored topographic information. If the missile is off course, the computer searches the reference map for a better fit to steer the missile back to its preprogrammed path, updating the inertial guidance system in the process.

The TERCOM computer program uses a statistical criterion to compare the stored topographic information with the radar returns from the terrain being overflown. The flatter the terrain, the poorer the correlation and the greater the probability that the missile will wander in its flight path. Whether the cruise can navigate with a high degree of reliability over relatively featureless terrain remains to be demonstrated and is one rationale for testing the cruise over northern Canada.

Conventionally-armed cruise missiles are equipped with terminal homing systems to achieve even greater accuracy. One such system is the "digital scene-matching area correlator" (DSMAC) which compares stored optical or infrared data with information collected by the missile's sensors in the target area. The cruise can also employ radar or laser returns to fix on the target. Terminal homing provides improved guidance where the nature of the target or warhead requires delivery with extreme accuracy.

C. Future Cruise Missile Development

The United States has made major technical strides in cruise missilery but the Soviet Union has been working vigorously to counter the American threat while developing its own strategic cruise variants. To preserve their advantage, the Americans are deeply involved in designing more sophisticated strategic and tactical cruise missiles.

To penetrate increasingly formidable defences, future versions can be expected to display higher speeds, greater manoeuverability, longer range, lower radar and other signatures, and penetration aids such as electronic countermeasures. An advanced version may be capable of taking evasive action in response to threats detected in flight (as distinct from pre-planned course changes stored in the guidance computer). A new passive guidance system, called Autonomous Terminal

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Homing, and laser radars being tested under the Cruise Missile Advanced Guidance program could make the ACM more accurate and more difficult to detect. Some experts suggest that cruise missiles can be made capable of operating at supersonic speeds over intercontinental distances, allowing them to serve as strategic counterforce weapons against "hard" targets such as missile silos and command centres.

To achieve these goals, high-temperature turbofan engines with greater efficiency and higher thrust are being investigated. Exotic fuels such as boron and carbon slurries are being tested. To boost airspeed, other means of propulsion may be substituted for the turbofan engine. Composite materials could reduce airframe weight. TERCOM may be replaced by other guidance systems promising better reliability and terminal homing systems will continue to be improved.

New cruise missile variants to perform other missions are also being studied. In the postwar period, the United States has stressed quality over quantity in its armaments, producing comparatively small numbers of highly sophisticated tactical aircraft for example. U.S. forces cannot sustain high loss rates of such equipment in protracted battle, a situation made worse by the low readiness rates of such complex fighters as the F-14 Tomcat and F-15 Eagle. If cruise missiles can assume some tactical missions of fighter aircraft in the modern battlefield (such as deep-strike interdiction or defence suppression), then NATO air forces will have greater staying power in sustained conflict.

D. Controversy Over the Cruise

1. Military Doctrine

The modern cruise missile appeals to many military analysts because of its broad range of application, its possible deployment in large numbers, its potential to combine quality and quantity in one weapon system, and its adaptability.(1) Deploying the cruise also forces the

---

(1) Adaptability refers to the fact that the cruise missile's design can be modified more readily than that, for example, of a complicated manned aircraft. The cruise should, therefore, allow more rapid adjustment to an enemy's evolving military threat.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Soviet Union to make very costly improvements in its air defences. Nonetheless, the U.S. military establishment did not welcome cruise weaponry without strong reservations being expressed in some quarters.

New technology such as that embodied in the cruise cannot be considered apart from military doctrine.

> ....A new weapon cannot be evaluated in isolation because its capability may be unnecessary or redundant. It must be evaluated (a) according to mission requirements and probable combat situations in terms of the three critical ingredients of military efficacy (mobility, striking power, and vulnerability) and (b) relative to the other elements of force posture....(2)

Different versions of the cruise missile are supported with different rationales. The ALCM is justified as sustaining the role of the B-52 strategic bomber, one leg of the U.S. defence triad, by compensating for the declining ability of this aging, slow aircraft to penetrate Soviet airspace. Although submarine-launched ballistic missiles now offer greater assurance than bombers of destroying "soft" targets, "cruise missiles offer a hedge against a Soviet technological breakthrough in antisubmarine warfare or an ABM [antiballistic missile] breakout."(3) Cruise missiles, given their ability to destroy "hard" targets and the present inadequacy of Soviet defences in coping with this new threat, help offset a large Russian advantage in ICBM throw weight. Strategic ALCMs in the opinion of some, therefore, help close the "window of vulnerability" until other U.S. counterforce capabilities (the land-based MX and submarine-based D-5 ballistic missiles) become fully available. And a heavy Soviet investment in anti-cruise air defence constrains spending on offensive weaponry.

On the other hand, the slow-flying cruise will face increasing difficulty in penetrating air defence systems guarding prime targets, as the Soviets move to counter this threat. While the ACM will complicate defence, it will also be a more expensive weapon for the U.S. to

---

(2) Richard K. Betts, "Innovation, Assessment, and Decision" in Richard K. Betts (ed.), Cruise Missiles: Technology, Strategy, Politics, The Brookings Institution, Washington, 1981, p. 6.

(3) Richard K. Betts, Cruise Missiles and U.S. Policy, The Brookings Institution, Washington, 1982, p. 12.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

deploy. Furthermore, as the Soviet Union installs longer-range ALCMs and SLCMs on its own strategic platforms in the near future, a major defence problem will be created for North America (its formerly effective air defence system having been neglected when the primary Soviet threat shifted from manned bombers to ICBMs). In its Air Defence Initiative (ADI), in which Canada is participating, the U.S. Air Force is studying means of reinforcing North America's air defences to counter the new threat raised by Soviet longer-range cruise missiles.

Use of the SLCM in naval warfare raises its own set of questions: on what vessels should the sea-launched cruise be deployed; what is its relationship to carrier air power; and should the SLCM be developed for both strategic and tactical missions? In the aftermath of the INF agreement, a wide-ranging debate is in progress over the role of SLCMs in compensating for missiles removed from Europe. If cruise missiles are placed on U.S. attack submarines, they may displace torpedo loadings (unless the missiles are contained in launch capsules mounted outside the pressure hull) and compromise the primary missions of escorting carrier task forces and hunting enemy submarines. If such missiles are placed on specially-built submarines dedicated to a theatre nuclear mission, the cost will be very large, defeating the argument that the cruise is an inexpensive weapon system. The benefits of deploying conventionally-armed tactical cruise missiles on surface ships are more readily apparent.

Relating new technology to military doctrine is not academic. If large sums are spent to procure thousands of cruise missiles in various forms, this will be at least in part at the expense of other weapon systems.

2. Arms Control[4]

It is apparent that cruise missile deployment complicates the task of arms negotiations. As Richard Betts wrote in 1981,

> Since the mid-1970s, expectations about the degree to which arms control agreements with Moscow can alleviate Western security problems have declined markedly. The disillusionment is due in part to the

---

(4) For a broader discussion of the arms control issue, see Current Issue Review #87-13E, "Arms Control and Disarmament," Research Branch, Library of Parliament.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

> deterioration of détente and in part to the belief that the negotiation process cannot cope with the pace of technological innovation. The U.S. cruise missile and the Soviet Backfire bomber, for example, unraveled the 1974 Vladivostok agreement.... Although ALCMs were eventually accommodated within SALT II, that treaty took seven years to negotiate, and then was not ratified. If negotiations are revived, the decision to modernize NATO long-range theater nuclear forces with GLCMs may make a SALT III even more difficult....(5)

Insofar as intercontinental forces are concerned, cruise missiles are a comparatively small element; the megatonnage which ICBMs and SLBMs (submarine-launched ballistic missiles) can already deliver is overwhelming; continuing modernization of U.S. and Soviet missilery will make these arsenals even more formidable. In 1990, after the INF Accord and on the brink of a strategic arms agreement (START), the issue of cruise missiles is a large one. U.S. resistance to SLCM limits, for example, has prevented progress on naval arms control. In May 1990, agreement was reached on "politically binding declarations" for SLCM deployments.

Some analysts argue that dispersing such weapons at sea provides a more survivable nuclear force and hence increases superpower stability; critics maintain that turning many submarines and surface combat ships into potential nuclear launching platforms makes arms control a "horrendous" problem.

3. Performance

Apart from military doctrine and arms negotiations, reservations have been voiced regarding the performance of the cruise missile. Testing and development are still underway and it remains to be seen how well performance will meet originally predicted capabilities. In a report to Congress in early 1981, the U.S. Comptroller General observed that:

> To date [January 1981], there have been no Government flight tests of the Ground Launched Cruise Missile. Operational tests of the air launched missile, still in progress, have revealed some serious problems relating to its (1) ability to maintain flight levels that would minimize radar detection, (2) terrain contour mapping guidance, and (3) reliability. The same problems are

---

(5) Betts (1981), p. 11.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

> presumed to apply to the other two [ALCM and SLCM] missiles [because of their similarity in design].(6)

The report further stated that none of the cruise missile systems had received sufficient testing prior to deployment and might subsequently require costly modifications to overcome operational limitations. ALCM testing had not been operationally realistic, with TERCOM having only been evaluated over terrain much rougher (and therefore easier to navigate with a terrain-following system) than that characterizing likely combat missions; and the reliability of the ALCM's fully integrated mission system was not adequately assessed prior to initial ALCM operating capability. The GLCM became operational before the U.S. Air Force had a chance to refine the launch system and deployment tactics. Defence officials in turn argued that overcoming shortfalls in strategic capabilities warranted taking some risks in these highly concurrent programs.

Similar problems have been identified with the Tomahawk program. According to a 1988 GAO report, significant problems were found to exist in Tomahawk "test planning and execution," "test realism" and "test analysis and reporting."

In the case of the new ACM, success in early flight tests "hovered at about 50%" according to a Congressional report - "clearly an unacceptable rate for a major commitment to production." Congress warned that unless the results dramatically improved, the program faced cancellation. By early 1990, the ACM had completed 13 of 21 tests successfully, and production was scheduled to begin in fiscal 1992. Reports indicate that procurement may be cut back from 1,400 to 1,000 missiles. Not only must the cruise successfully navigate to the target but it must also penetrate the enemy's defences. The Soviet Union recognizes the threat that this weapon represents and is strengthening an already formidable system of defensive radars. Deployment of fourth generation look-down/shoot-down capable aircraft such as the Mig-31 Foxhound and the SO-27 Flanker continues, although in relatively small

---

(6) United States, General Accounting Office, Most Critical Testing Still Lies Ahead for Missiles in Theater Nuclear Modernization Program, Comptroller General's Report to the Congress, Washington, 9 March 1981 (unclassified version of 30 January 1981 SECRET report), p. iv.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

numbers according to the U.S. government's Soviet Military Power 1989. The SA-10 surface-to-air missile is operational around the Soviet Union and some Western analysts believe that this missile may have a limited ability to intercept cruise missiles. The Russians are also studying means to project their air defences further out from the Soviet Union's boundaries, to intercept U.S. strategic bombers before reaching their ALCM launch points.

4. Political Developments

European missile deployment is considered by many to have been a major foreign policy success for the Reagan Administration and an important demonstration of NATO solidarity in the face of a strenuous Soviet campaign of intimidation. There is support for the view that the Russians were surprisingly inept in confronting NATO over this issue, with heavy-handed meddling in European politics (especially during the 1983 West German election) and ill-conceived threats (leading even Japan to support NATO missile deployment when the Soviets announced the positioning of more SS-20s in Asia). But the price of success was high, with Soviet-American relations severely strained and with several Western European leaders left to cope with serious domestic political problems.

The three countries crucial to NATO's missile deployment reaffirmed their commitment to the strategy in 1983, despite public protests across Western Europe which peaked on 22 October 1983.(7) The British Parliament confirmed its decision on 31 October 1983, and the first 16 GLCMs were in place at Greenham Common air base the end of the same year. On 16 November 1983, the Italian Chamber of Deputies confirmed its support; Italy's first 16 GLCMs became operational at Comiso, Sicily in April 1984. The West German Bundestag approved missile deployment on 22 November 1983, and nine Pershing II missiles were operational at year-end 1983 at Swaebisch-Gmuend. A West German GLCM base was activated in the spring of 1985 at Wueschheim Air Station. After some hesitation, the Belgian Government voted to deploy the cruise on schedule, the Florennes

---

(7) Public reaction to the nuclear weapons race in general was covered in Current Issue Review #83-10E, "Anti-Nuclear Protest and the Peace Movement," Research Branch, Library of Parliament (archived).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Air Base receiving its first contingent of GLCMs in Spring 1985. The Dutch Government delayed a final decision on cruise missile basing until 1 November 1985. At that time the Dutch Cabinet approved deployment at Woensdrecht on the grounds that the Soviet Union had continued to deploy the SS-20. On 10 May 1984, the Danish Parliament voted to stop making its share of payments towards deploying the new NATO missiles. Denmark thus became the first member of the alliance to withdraw completely from the agreement to deploy the GLCM and Pershing II.

5. Cruise Missile Testing in Canada

Following informal contacts between Canada and the United States on a weapons testing agreement, the two countries established the Canada/U.S. Test and Evaluation Program in an exchange of notes on 10 February 1983. This agreement was for a period of five years and is automatically renewable for a period of a further five years. Either party may terminate the agreement by serving 12 months' notice. It was not reciprocal, anticipated cruise missile testing in Canada and stated that any such missile tested in this country shall be unarmed and that the use of Canadian civil airspace for cruise missile flights shall be controlled by the Minister of Transport.

On 13 June 1983, the U.S. Government requested approval to begin cruise missile testing in Canada in early 1984 and this request was approved on 15 July. In announcing that testing and evaluation of the Boeing AGM-86B ALCM could proceed, the Department of National Defence listed the following objectives for the project:

(a) Fly the AGM-86B over a route of realistic length and width with a representative standoff launch distance to the landfall.

(b) Fly the ALCM over relatively smooth terrain with various types of surface cover to include ice and snow.

(c) Operate the ALCM in operationally realistic weather conditions.

(d) Evaluate missile radar altimeter operation over snow, trees and ice-covered lakes.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

(e) Evaluate effects of high-latitude operation on the navigation system alignment and missile launch.

(f) Obtain missile terminal accuracy information on an operationally representative route.

(g) Verify missile systems performance and vehicle aero-performance.

(h) Evaluate missile terrain-following and range performance.(8)

The 1,625 mile (2,600 km) test corridor -- which includes parts of the Northwest Territories, British Columbia, Alberta and Saskatchewan and which is outlined in Figure 1 -- could be used only during the months of January, February and March for flights in which the missile was launched from the B-52. "Captive carries," during which the missile remained attached to the bomber for the entire flight, were, however, not restricted to this time frame. No more than six ALCM launches could be conducted per year and operational testing of the AGM-86B could continue for the term of the Canada-U.S. Test and Evaluation Program. Testing of any other version of the cruise missile required another project proposal and separate Government approval. The testing agreement was modified to allow seven tests per year in 1988, and extended until 1993.

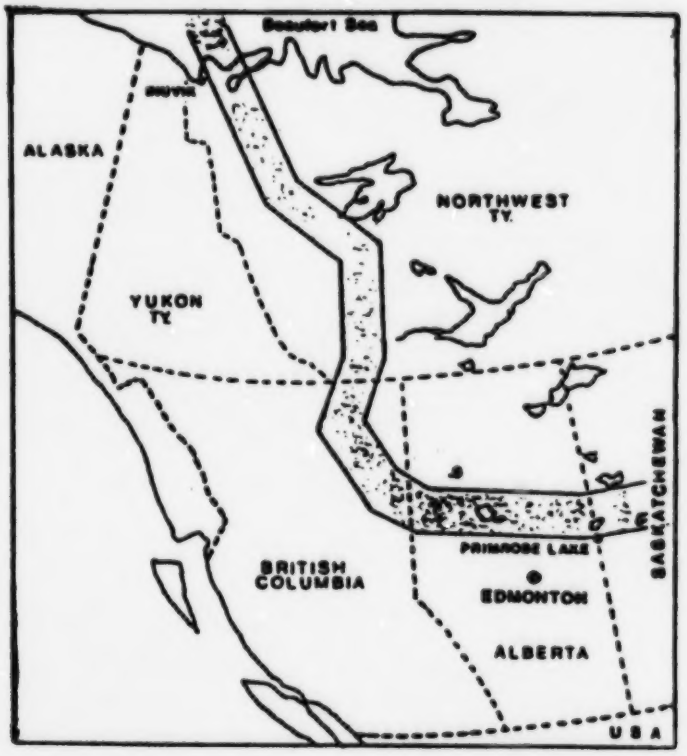
The tests conducted in Canada are complex, involving 15-20 aircraft, from tankers to fighters to Airborne Warning and Control (AWACS) planes. After the first several years of tests, attention shifted from monitoring the missile to attempting to track and intercept it - an important aspect of NORAD operations.

---

(8) Canada-United States Test and Evaluation of the AGM-86B Air-Launched Cruise Missile: Project Information, note accompanying a Department of National Defence news release, Canada Agrees to Test Cruise Missile, 15 July 1983, p. 2.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

FIGURE 1: THE ALCM TEST CORRIDOR IN CANADA



The Canadian Test Route (shaded) is 1,400 n.m. long and 89 n.m. wide

Source: "Canada Agrees ALCM Test Route", Flight International, Vol. 124, No. 3876, 20 August 1983, p. 478.

The issue of cruise missile testing in Canada has been a contentious one, with critics demanding the tests be halted as a contribution to arms control and the government arguing that cruise testing enhances deterrence and improves NORAD's anti-cruise capability.

The first test of a cruise missile in Canada, a captive flight, was conducted on 6 March 1984. To date, 14 ALCM tests have been conducted in this country. In January 1990, a test was designed to test the capability of Canadian CF-18 and U.S. F-15 and F-16 aircraft to intercept cruise missiles - an important part of the test regime. Upon takeoff, one of the Canadian CF-18s exploded, causing critics to renew

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

In February 1989, the government agreed to allow the testing in Canada of the Advanced Cruise Missile (AGM-129A). The first such test, a "captive carry," took place on 2 March 1989. A second such test took place in March 1990.

6. Open Skies

An ironic development in the Canadian cruise saga is that, as a result of the "Open Skies" proposal, representatives of the Soviet Union and other Warsaw Treaty nations would probably have been allowed to observe cruise tests in Canada - something the Canadian public had not been able to do. Agreement on open skies proved more difficult than expected, however, and by mid-1990, its prospects did not appear bright.

CHRONOLOGY

June 1944 - Germans began attack on England with V-1 flying bombs.

1950s - The U.S. deployed crudely-guided cruise missiles with strategic forces but these proved too unreliable to compete with emerging ballistic missile systems. The U.S.S.R. introduced a series of naval cruise missiles to counter U.S. aircraft carrier forces and has continued to refine these tactical missiles.

26 May 1972 - President Nixon and General Secretary Brezhnev concluded SALT I by signing the Anti-Ballistic Missile Treaty and the Interim Agreement covering certain aspects of strategic weaponry. The ABM Treaty was of unlimited duration (although either party could withdraw on 6 months' notice) and the Interim Agreement had a 5-year life. Cruise missile development was not restricted in SALT I.

30 June 1977 - President Carter cancelled the B-1 strategic bomber program in favour of a large force of long-range ALCMs (some 3,400), to be deployed on B-52s.

18 June 1979 - The SALT II agreement was signed by President Carter and General Secretary Brezhnev. Although the U.S. Senate failed to approve the treaty, both sides declared that they would abide by its terms. A Protocol to the Salt II Treaty, which expired on 31 December 1981, contained two notable provisions:

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

(1) Each Party undertakes not to deploy cruise missiles capable of a range in excess of 600 kilometres on sea-based launchers or on land-based launchers.

(2) Each Party undertakes not to flight-test cruise missiles capable of a range in excess of 600 kilometres which are equipped with multiple independently targetable warheads from sea-based launchers or from land-based launchers.

12 December 1979 - Concern about Soviet deployment of the SS-20 ballistic missile prompted a NATO decision to modernize U.S. nuclear forces in Europe by introducing 108 Pershing II ballistic missiles into West Germany and 464 GLCMs into five Western European countries.

2 October 1981 - President Reagan proposed a five-year rearmament program which resurrected the B-1 strategic bomber.

18 November 1981 - President Reagan offered his "zero option", to forgo NATO deployment of the Pershing II and GLCM in exchange for the Soviet Union's dismantling all its long-range theatre nuclear missiles (the SS-4s, SS-5s and SS-20s) aimed against Western Europe. This proposal was rejected by the U.S.S.R.

14 October 1982 - The Litton Systems Canada plant at Rexdale, Ontario, a supplier of the cruise missile's inertial guidance system, was heavily damaged by a dynamite explosion.

December 1982 - The first squadron of 16 B-52s equipped with the ALCM became operational at Griffiss Air Force Base in New York State.

10 February 1983 - Canada and the United States agreed to the Canada/US (CANUS) Test and Evaluation Program. This agreement specified that cruise missiles, if tested in Canada, should be unarmed and that flight corridors in Canada to be used for cruise missile testing should be selected to ensure minimum disruption to civil aircraft operations and minimum disturbance to persons on the ground.

13 June 1983 - The United States requested approval to test the air-launched cruise missile in Canada, under the terms of the Canada/US Test and Evaluation Program.

15 July 1983 - The Federal Government announced it would allow U.S. testing of the Boeing AGM-86B ALCM in Canada.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

end-December 1983 - The first Pershing II ballistic missiles became operational in West Germany, together with the first GLCMs in Britain.

6 March 1984 - The first test of the ALCM took place in Canada.

10 May 1984 - Denmark became the first NATO member to withdraw completely from the agreement to deploy GLCM and Pershing II in Western Europe, terminating payments on its share of the deployment costs.

2 August 1984 - The Soviet Union announced that it had conducted successful tests of long-range ground-launched cruise missiles.

Spring 1985 - GLCMs were deployed in West Germany and Belgium.

1 November 1985 - The Dutch Cabinet approved GLCM deployment.

November 1985 - NATO officials estimated that the Soviet Union now had operational some 441 SS-20s, carrying 1,323 nuclear warheads. Roughly two-thirds of these faced NATO's European members; the remainder were stationed in the Soviet Far East Theatre, covering China, Japan and South Korea. Construction of new SS-20 bases in both the Eastern and Western Soviet Union was reported to be continuing.

22 January 1986 - An unarmed U.S. cruise missile crash-landed off-target at the Canadian Forces weapons range at Cold Lake, Alberta after successfully completing a 2,415 km test flight. The four-hour test included a practice interception by two Canadian Forces CF-18 fighter jets. The cause of the crash was attributed to the missile's having prematurely run out of fuel.

25 February 1986 - A cruise missile crashed immediately after launch from a B-52 when its engine failed to start. The missile crashed into the frozen Beaufort Sea northwest of Tuktoyaktuk, NWT. It was the eighth failure of an air-launched cruise missile in 54 tests. Immediately afterward, the federal government imposed a temporary halt on cruise missile testing in Canada under the 5-year Canada-U.S. agreement.

September 1986 - The military attaché at the Netherlands Embassy in Ottawa stated that no actual deployment of GLCMs had yet taken place in the Netherlands; however, construction of the infrastructure for the ground-launched missiles was underway.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

26 November 1986 - The United States Defense Department announced that the 131st B-52 bomber equipped with cruise missiles would be flown to its operational base in Texas on November 28. This action exceeded the SALT-II limits for missile warheads and cruise-carrying bombers. Congress had formally asked President Reagan to adhere to the terms of the unratified treaty. The federal government expressed regret over the decision but said that cruise missile tests in Canada would continue.

8 December 1987 - The INF Treaty was signed in Washington, with provision for the removal and destruction of ground-launched cruise missiles in Euruope.

28 January 1989 - The first ALCM test of 1989 was held and an unarmed missile landed on target on the Primrose Lake air weapons evaluation range, 250 km northeast of Edmonton. The test flight included a search-and-destroy experiment involving 11 jets, four Canadian and seven from the U.S.

1 February 1989 - The federal government agreed to a request made on 17 January by the United States to test the new AGM-129A cruise missile over Canadian territory. The missile incorporates new stealth technology which makes it more difficult to detect by radar. Critics argued that the AGM-129A has a first strike capability against targets in the Soviet Union but the government maintains that the missile is strictly for retaliatory purposes.

May 1990 - Agreement was reached outside the START process for "politically binding declarations" on SLCM deployments.

SELECTED REFERENCES

Arkin, William M. "Stealth Cruise Sneaks into Canada." Bulletin of the Atomic Scientists, May 1989.

Arkin, William M. "Tomahawk: Ominous New Deployment." Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 40, No. 8, October 1984, p. 3-4.

Arkin, William M. and Joshua Handler. "Nuclearization of the Oceans." Paper delivered at Naval Arms Limitations and Maritime Security Conference, Halifax, N.S., June 1990.

Arnett, Eric. Limiting Sea-Launched Cruise Missiles. Issue Paper. The American Association for the Advancement of Science, 1989.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Canada, Department of National Defence, Office of the Minister. Text of Memorandum of Understanding Relating to the Canada/U.S. Test and Evaluation Program. News Release, 21 April 1983, 10 + 2 p.

Duncan, Jeffrey S. "The Tomahawk Nuclear Cruise Missile: Arguments For and Against." Oceans, Vol. 28, No. 2, Summer 1985, p. 55-61.

"Euromissiles: Special Section." Bulletin of the Atomic Scientists, Vol. 39, No. 10, December 1983, p. 12-38.

Kaplan, Fred. "Cruise Missile: Wonder Weapon or Dud?" High Technology, Vol. 3, No. 2, February 1983, p. 26-34.

Lambert, Mark. "1,000 Cruise Missiles Delivered: What Comes Next?" Interavia, May 1984, p. 485-488.

Mann, Paul. "Cold Lake Matures Into Strategic Base." Aviation Week and Space Technology, 28 September 1987.

"Policy Would Let Soviets Watch Missile Tests." The Gazette (Montreal). 10 January 1990.

Robinson, Clarence A. "Soviets Test New Cruise Missiles." Aviation Week & Space Technology, Vol. 120, No. 1, 2 January 1984, p. 14-16.

Sorrels, Charles A. U.S. Cruise Missile Programs: Development, Deployment and Implications for Arms Control. McGraw-Hill Publications, Canada, 1983.

Sweetman, Bill. "Radical Design of Stealth ACM." Jane's Defence Weekly, Vol. 13, #10, 10 March 1990, p. 413.

United States, Department of Defense. Soviet Military Power 1989: Prospects for Change.

Werrell, Kenneth P. "The Cruise Missile: Precursors and Problems." Air University Review, Vol. XXXII, No. 2, January/February 1981, p. 36-50.

Wit, Joel. "Soviet Cruise Missiles." Survival, Vol. XXV, No. 6, November/December 1983, p. 249-260.

Bulletin d'actualité **83-6F**

LES MISSILES DE CROISIÈRE

James Lee
Division des affaires politiques et sociales

Thomas Curren
Division des sciences et de la technologie

Le 27 mai 1983
Révisé le 27 août 1990

Bibliothèque du Parlement
Library of Parliament

Service de recherche

Le Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement travaille exclusivement pour le Parlement, effectuant des recherches et fournissant des informations aux parlementaires et aux comités du Sénat et de la Chambre des communes. Entre autres services non partisans, il assure la rédaction de rapports, de documents de travail et de bulletins d'actualité. Les attachés de recherche peuvent en outre donner des consultations dans leurs domaines de compétence.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. YM32-1/83-6-1990-08F
ISBN 0-660-93160-5

N.B. Dans ce document, tout changement d'importance fait depuis la dernière publication est indiqué en **caractère gras.**

THIS DOCUMENT IS ALSO PUBLISHED IN ENGLISH

CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LES MISSILES DE CROISIÈRE

DÉFINITION DU SUJET

Une arme exceptionnelle et controversée est devenue familière sur la scène militaire internationale au cours de la dernière décennie. Bien que le missile de croisière ne constitue pas une nouveauté en soi, le missile actuel sous ses diverses formes s'écarte de façon frappante de la technologie en matière d'armement et l'on ne saisit pas encore très bien toutes les répercussions qu'il aura sur la stratégie militaire, le contrôle des armes et la politique de l'OTAN.

Les partisans de ce missile avancent qu'étant relativement peu coûteuse, cette arme peut être déployée en grand nombre, qu'elle réduira les pertes d'avions sophistiqués et de spécialistes militaires dans l'espace aérien de plus en plus périlleux du champ de bataille moderne et que le missile lancé en vol servira à compenser l'efficacité décroissante des bombardiers stratégiques américains. Ses adversaires font valoir que ce missile, étant facile à dissimuler, vient déstabiliser l'équilibre stratégique entre l'Est et l'Ouest, qu'il complique énormément les négociations en cours sur le désarmement et qu'il n'est ni aussi économique ni aussi fiable que ses partisans le prétendent. Ils ajoutent que son déploiement par les États-Unis contraint l'URSS à leur emboîter le pas, activant ainsi la course aux armements, que des changements sont actuellement apportés à la structure des forces armées des États-Unis, avant même que ne soit défini adéquatement le rôle opérationnel du missile de croisière dans la doctrine militaire, et que le fait de tester ce missile au Canada ne sert pas nos intérêts nationaux.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

CONTEXTE ET ANALYSE

A. Mise au point du missile de croisière

Même si l'on ne s'entend pas toujours sur ce qu'est ou n'est pas un missile de croisière, on peut affirmer qu'il s'agit essentiellement d'un aéronef aérodynamique non réutilisable, sans pilote, autoguidé et actionné par un réacteur aérobie. Cet engin peut être armé d'une petite ogive nucléaire à haut rendement, d'une ogive conventionnelle d'explosif brisant ou d'une charge d'explosif déflagrant pour des tâches particulières telles que le pilonnement des pistes d'aviation. Selon ses divers rôles tactiques et stratégiques, le missile de croisière peut être lancé contre une grande variété de cibles, à partir d'un avion en vol, d'un sous-marin, d'un navire ou d'une plate-forme de lancement au sol.

Bien que le principe de ce missile remonte à la Première Guerre mondiale, lorsque sont apparus les avions-cibles sans pilote, c'est au cours de la Seconde Guerre mondiale, quand les Allemands ont lancé leurs bombes volantes V-1 propulsées par un moteur à réaction que le missile de croisière a vraiment commencé à devenir opérationnel. S'appuyant sur la technologie allemande, les États-Unis et l'Union soviétique ont développé, au cours des années 1950, des missiles de croisière tactiques munis d'un système rudimentaire de guidage. Les États-Unis ont aussi déployé des missiles à ailettes de longue portée, mais ces armes stratégiques n'ont pas de système de guidage fiable et sont difficiles à entretenir.

Après la parution en 1955 du rapport Killian, qui présentait des preuves inquiétantes du perfectionnement des missiles balistiques par les Soviétiques - mise à l'essai réussie d'un missile balistique intercontinental (ICBM) en août 1957 et lancement du Spoutnik en octobre 1957 -, de nombreux stratèges américains ont conclu que l'URSS détenait une avance considérable dans le domaine de la technologie des missiles balistiques. Les Américains ont alors accordé la priorité au perfectionnement de l'ICBM, ce qui a retardé le développement du missile de croisière à long rayon d'action. Par contre, au cours des années 1960 et 1970, l'Union soviétique a continué à modifier et à perfectionner ses missiles de croisière tactiques, en mettant l'accent sur les missions

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

navales pour contrer la menace que représentent les forces opérationnelles des porte-avions américains. Pendant la guerre de 1967, c'est un missile de croisière anti-navires, le Styx, qui a été utilisé par les forces égyptiennes pour couler un destroyer israélien. Les États-Unis ont utilisé leur missile courte portée anti-navires, le Harpoon, contre les bateaux de patrouille de la Libye en 1986.

Dans les années 70, les Américains ont repris intérêt aux missiles de croisière. Grâce aux progrès de la technologie (amélioration du système d'auto-guidage, miniaturisation des composantes électroniques, turboventilateurs de volume réduit, carburants plus puissants, mise au point d'ogives nucléaires ou conventionnelles à haute puissance mais de volume réduit, mise au point de cellules d'aéronefs à réflectivité radar réduite), il a été possible, malgré les progrès réalisés dans le domaine des armes propulsées par moteur-fusée, de songer à l'application efficace des missiles de croisière.

L'histoire du missile de croisière stratégique moderne a commencé en 1972, lorsque le secrétaire à la Défense des États-Unis a demandé 20 millions de dollars pour que la Marine puisse mettre au point un missile d'une portée d'ordre stratégique, lancé à partir d'un sous-marin. En 1974, la Marine américaine a reçu l'ordre de mettre au point un missile de croisière lancé en mer qui soit capable d'effectuer des missions stratégiques aussi bien que tactiques.

Au cours de cette période, l'Armée de l'Air des É.-U. avait effectué des études sur les raids de bombardement, études qui avaient fait ressortir l'opportunité d'un missile stratégique de croisière lancé en vol. Pour augmenter les chances de survie du bombardier stratégique B-52, qui met assez de temps à pénétrer les défenses soviétiques, les É.-U. avaient inauguré en 1969, le programme SCAD (Subsonic cruise armed-decoy ou missile de croisière subsonique servant de leurre) tout en développant le SRAM (Short range attack missile ou missile offensif à court rayon d'action) pour doter le B-52 d'un moyen d'éliminer les défenses aériennes. On a eu l'idée, par la suite, d'utiliser les bombardiers stratégiques pour lancer ces missiles à partir de positions protégées et, en 1974, on a commencé à travailler à la réalisation d'un missile de croisière

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

stratégique lancé en vol, qui prendrait la relève du programme SCAD. Avec l'établissement d'un projet conjoint de missiles de croisière en 1977, on entreprenait un programme coordonné comportant la mise au point de trois types de missiles de croisière: un lancé en vol (ALCM), pour l'Armée de l'air, un lancé en mer (SLCM), pour la Marine et un autre, lancé du sol (GLCM), pour l'Armée de l'air.

En 1979, à la suite d'une expertise des deux versions expérimentales de l'ALCM, celle de la Boeing et celle de General Dynamics, on a confié à la société Boeing la tâche de poursuivre les travaux sur le missile de croisière lancé en vol, qu'on est en train d'installer sur les bombardiers B-52 et B-1B. Par la suite, la General Dynamics a obtenu un contrat pour produire les trois versions suivantes d'un SLMC: un missile de croisière lancé en mer contre un objectif terrestre et comportant deux variantes: l'une avec ogive nucléaire et l'autre avec ogive conventionnelle; et un SLMC anti-navires, avec armement conventionnel. La General Dynamics a aussi conservé le contrat pour la production d'un GLCM muni d'une ogive nucléaire déployé par l'OTAN en Europe de l'Ouest. Elle a en outre étudié deux versions de missile de croisière lancé en vol et à armement conventionnel: l'une munie d'explosifs déflagrants pouvant pilonner les pistes d'aviation et l'autre, d'explosifs brisants, pouvant être utilisée contre des cibles terrestres ou des navires de surface. La version du missile de croisière devant servir à pilonner les pistes d'aviation a toutefois été abandonnée en raison de l'augmentation rapide des coûts. Les autres versions du missile, soit celle de la Boeing et les variantes du Tomahawk de la General Dynamics, sont les suivantes:

- le missile de croisière Boeing, muni d'une ogive nucléaire et lancé en vol, à partir des bombardiers stratégiques B-52 ou B-1 (désigné AGM-86B);
- le missile de croisière perfectionné (MCP), désigné AGM-129A; ce missile incorpore la technologie de la "furtivité"; sa portée est plus longue et sa vitesse plus élevée que celle du AGM-86B, qu'il doit remplacer;
- le missile de croisière de General Dynamics, muni d'une ogive nucléaire et lancé du sol, qui est déployé en Europe de l'Ouest (désigné BGM-109G)

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

et qui sera éliminé en vertu du traité de limitation des armes nucléaires à portée intermédiaire (Traité INF);

- quatre variantes du missile de croisière de General Dynamics, qui est lancé en mer:
  - -- la version à ogive nucléaire, pour cibles terrestres (BGM-109A),
  - -- deux versions à ogive conventionnelle, pour cibles terrestres (BGM-109C), (BGM-109D)
  - -- la version à ogive conventionnelle, anti-navires (BGM-109B);
- une version du missile de croisière de General Dynamics, à ogives conventionnelles, lancée en vol contre des cibles au sol ou des navires de surface (AGM-109L).

Les ALCM ont d'abord été déployés à la Base des Forces aériennes Griffiss, dans l'État de New York, un escadron de 16 Boeing B-52 du Strategic Air Command (SAC) servant de plate-forme de lancement. À la fin des années 80, environ 60 p. 100 des bombardiers stratégiques américains étaient équipés de 12 ALCM en moyenne. Les plans stratégiques de l'OTAN prévoyaient la mise en place de 464 GLCM dans cinq pays de l'Europe de l'Ouest (160 au Royaume-Uni, 112 en Italie, 96 en Allemagne de l'Ouest, 48 en Belgique et 48 aux Pays-Bas) et de 108 missiles balistiques Pershing II à portée intermédiaire en Allemagne de l'Ouest. Le déploiement de ces 572 missiles a commencé en décembre 1983. Ces missiles doivent être éliminés en vertu du traité sur les armes nucléaires à portée intermédiaire (Traité INF) signé en décembre 1987. Au milieu des années 80, la Marine des États-Unis comptait installer des SLCM sur quatre cuirassés de la Seconde Guerre mondiale, remis en état, sur des croiseurs à propulsion nucléaire, sur des croiseurs et des destroyers affectés à la défense aérienne et à bord de certains sous-marins d'attaque à propulsion nucléaire -- soit environ 4 000 missiles sur quelque 200 navires. Sept cent cinquante-huit SLCM munis d'une ogive nucléaire (les BGM-109A), entrés en service sur des sous-marins et des navires américains en 1984, devaient également être déployés d'ici 1991. La Marine américaine n'avait fait l'acquisition que de la moitié de ces 758 SLCM en 1990.

En 1982, on a décidé que le développement de la technologie de la furtivité permettrait de remplacer les ALCM par une version

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

perfectionnée en 1986. Malgré que son programme de missiles de croisière Tomahawk ait connu de sérieux problèmes de contrôle de qualité et de fiabilité, la société General Dynamics a été choisie pour construire 1 400 missiles de croisière perfectionnés, qui devaient s'ajouter aux 1 600 ALCM. De sérieux problèmes ont toutefois perturbé le programme et, en 1987, la société McDonnell Douglas a été nommée deuxième fournisseur du missile, en guise de sauvegarde contre les problèmes que continuait à éprouver la General Dynamics.

Les États-Unis disposent d'une avance considérable sur l'Union soviétique dans le développement des missiles de croisière, avance attribuable pour une bonne part à leurs progrès dans le domaine de la miniaturisation. Néanmoins, l'URSS aurait été en mesure de mettre à l'essai un ALCM à longue portée dès 1978 et un missile à lanceur naval suffisamment compact pour pouvoir être lancé par tube lance-torpille ordinaire, dès 1981. D'après le document Soviet Military Power 1989, du gouvernement des États-Unis, les États-Unis et l'URSS sont à égalité sur le plan de la technologie des missiles de croisière présentement déployés, l'avantage allant aux Américains en ce qui concerne les systèmes stratégiques et aux Soviétiques dans le cas des systèmes navals.

Le programme soviétique de missiles de croisière est fondé sur un missile semblable au Tomahawk américain. Avec une portée d'environ 3 000 kilomètres, ce missile existe en trois versions: le AS-15 lancé en vol, le SS-NX-21 lancé en mer et le SSC-X-4 lancé du sol. (Le SSC-X-4, lancé du sol, n'a jamais été déployé et son élimination est prévue en vertu du Traité INF.) Le système de guidage et de propulsion du missile mer-air SS-NX-21, qui est entré en service en 1987, a connu certaines difficultés techniques selon les services de renseignements américains, mais il faut préciser qu'un programme d'amélioration de ce missile d'une durée de deux ans vient tout juste de prendre fin. On compte déployer environ 136 SS-NX-21 en 1990. Depuis des années, les sources de renseignements américaines signalent également que l'URSS prépare une catégorie nouvelle et plus vaste de missiles de croisière (le missile lancé en mer est désigné SSN-X-24), mais ce projet semble être perpétuellement "en voie de développement", et la version lancée en mer semble avoir été annulée.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

B. Caractéristiques des missiles de croisière

Les missiles de croisière ont un avantage considérable sur les missiles propulsés par moteur-fusée: étant munis d'un moteur aérobie, ils n'ont pas à transporter la provision d'oxydant dont ont besoin les moteurs-fusées, ce qui leur assure une portée beaucoup plus grande pour une charge utile et un poids de carburant donnés. Par contre, les armes propulsées par moteur-fusée sont plus rapides, probablement plus fiables, plus difficiles à détecter par radar, plus simples à réaliser et peuvent utiliser le même système d'autoguidage que les missiles de croisière. Ces derniers ont néanmoins retenu l'attention en raison de l'avantage qu'ils présentent sur le plan de la distance et de la précision, et du fait qu'ils peuvent franchir une plus grande distance et qu'ils ne sont pas mentionnés dans les accords SALT I.

Au-delà de Mach 0,8 (80 p. 100 de la vitesse du son), le turboventilateur subsonique simple perd de son efficacité et, par conséquent, les missiles de croisière américains, décrits dans la présente section ont probablement été conçus à des vitesses n'excédant guère 885-965 kilomètres à l'heure (550-600 milles à l'heure). Les gaz d'échappement d'un petit turboventilateur étant froids, il est difficile de les détecter par radar. De plus, en raison de sa vitesse relativement peu considérable, le missile de croisière ne dégage guère de chaleur du fait de la friction de sa surface contre l'air ambiant, ce qui le rend également difficile à détecter à l'infra-rouge. Comme il vole à faible altitude, le radar parvient difficilement à le distinguer parmi les échos du sol; le missile de croisière ne peut donc être détecté qu'au moyen d'appareils coûteux, munis de dispositifs très sophistiqués pour le traitement des données, ce qui complique la mise au point d'un système de défense capable de le contrer.

Le tableau 1 décrit certaines caractéristiques des missiles de croisière des États-Unis. Les systèmes de guidage présentent un intérêt particulier. Toutes les versions des missiles de croisière sont munies d'un système de guidage par inertie. La navigation par inertie est une formule moderne de détermination de la position d'un véhicule en

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

mouvement. Contrairement à tout autre système de guidage, le système de guidage par inertie se suffit à lui-même et n'a pas besoin d'informations qui lui sont transmises de l'extérieur. Après avoir reçu son orientation initiale, il réagit au mouvement du véhicule porteur et exploite ces données pour contrôler la navigation en calculant les changements de position. La navigation par inertie est utilisée pour divers véhicules tels que les missiles balistiques, les véhicules spatiaux et certains aéronefs de type commercial.

En raison de sa faible vitesse aérodynamique, le missile peut avoir besoin de plusieurs heures pour accomplir sa mission. Au cours d'une période aussi prolongée, même les meilleurs systèmes de navigation par inertie sont soumis à une dérive assez considérable pour causer des écarts inacceptables par rapport à l'orientation initiale du missile. Le système de guidage par inertie doit donc être corrigé en cours de vol par des signaux correcteurs qui lui parviennent d'un autre système de guidage. On a retenu le TERCOM (terrain contour matching) comme système de navigation d'appoint pour la plupart des versions de missiles de croisière dirigés contre des cibles terrestres.

La surface terrestre a été tellement bien photographiée par des satellites que, pour n'importe quelle région, il est possible de préparer des cartes à trois dimensions qui en reproduisent le relief avec une très grande précision. Des données topographiques numériques représentant des séries de cartes de référence sont alors emmagasinées dans l'ordinateur du système de guidage du missile. À divers points de contrôle le long du parcours programmé pour le missile, des lectures obtenues par le radar altimétrique de bord permettent d'établir des comparaisons entre le terrain survolé et les données topographiques emmagasinées. Si le missile a dévié, l'ordinateur explore la carte de référence pour découvrir la correction qui s'impose, effectue cette correction et redonne au missile l'orientation programmée au départ, tout en remettant à jour le système de guidage par inertie.

Le programme informatisé TERCOM utilise un critère statistique pour comparer les données topographiques emmagasinées dans l'ordinateur et les données obtenues par radar sur le terrain que le

Tableau 1: Caractéristiques des missiles de croisière américains

Missile (1)		Mission (2)	Ogive (3)	Mode de lancement	Porteur	Portée (milles/km)	Guidage (4)
ALCM	(AGM-86B)	Stratégique	Nucléaire	En vol	Bombardiers B-52/B-1	1 500/2 500	INS/TERCOM
ALCM	(AGM-129A)(5)	Stratégique	Nucléaire	En vol	Bombardiers B-52/B-1, B-2	/4 000	
GLCM	(BGM-109G)(6)	Tactique	Nucléaire	Au sol	Camion	1 550/2 500	INS/TERCOM
SLCM	(BGM-109A)	Tactique	Nucléaire	En mer	Sous-marin/navire de surface	1 550/2 500	INS/TERCOM
SLCM	(BGM-109C)	Tactique	Conventionnelle	En mer	Sous-marin/navire de surface	800/1 300	INS/TERCOM +
SLCM	(BGM-109D)	Tactique	Conventionnelle	En mer	Sous-marin/navire de surface	800/1 300	INS/TERCOM +
SLCM	(BGM-109B)	Tactique	Conventionnelle	En mer	Sous-marin/navire de surface	290/460	INS +
ALCM	(AGM-109L)	Tactique	Conventionnelle	En vol	Chasseurs USN	345/560	INS +

(1) L'ALCM (86B) est entré en service en décembre 1982. Le déploiement du GLCM a débuté en décembre 1983. Le SLCM (109A), muni d'une ogive nucléaire, est entré en service sur des navires et des sous-marins au printemps de 1984. Le SLCM (109C), muni d'une ogive conventionnelle, est devenu opérationnel à bord de sous-marins vers la fin de 1982 et a commencé à être déployé sur les navires de surface en mars 1983. Le missile de croisière SLCM (109B) anti-navires est entré en service sur sous-marins en novembre 1983 et sur navires en avril 1984. L'ALCM (109L) est un missile air-surface à portée moyenne (MRASM) à double fin. À l'exception des ALCM (AGM-109L), de portée plus réduite et propulsés par un turboréacteur, les missiles de croisière décrits au tableau 1 sont actionnés par des turboventilateurs. Comme le turboventilateur n'est pas assez puissant pour faire démarrer le missile, on a recours, pour les GLCM et les SLCM, à une fusée d'accélération qui permet au missile d'atteindre sa vitesse de vol.

(2) La distinction entre les applications stratégiques et les applications tactiques n'est pas toujours bien tranchée.

(3) L'ogive nucléaire est un engin d'une puissance de 200 kilotonnes dans l'ALCM et de 100 à 200 kilotonnes dans le GLCM et le SLCM. Les ogives conventionnelles de 480 à 1 200 livres d'explosif brisant, suivant les variantes.

(4) INS est le sigle d'inertial navigation system et TERCOM, de terrain contour matching. "+" signifie qu'un système de guidage d'appoint intervient pour guider le missile avec précision à l'approche de la cible.

(5) En voie de développement.

(6) Ce missile sera éliminé en vertu du Traité sur les armes nucléaires à portée intermédiaire.

Source: Les données ci-dessus sont une adaptation de: Charles A. Sorrels, U.S. Cruse Missile Programs: Development Deployment and Implications for Arms Control, McGraw-Hill Publications, Canada, 1983, dépliant au début du livre.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

missile est en train de survoler. Plus le terrain est plat, plus cette corrélation devient difficile à établir et plus il est probable que le missile s'écarte de son plan de vol. On n'a pas encore réussi à démontrer que le missile de croisière peut naviguer avec beaucoup de précision en survolant un terrain relativement plat et c'est là une raison pour laquelle il importe tellement de lui faire subir des vols expérimentaux dans le Grand Nord canadien.

Les missiles de croisière à ogive conventionnelle sont équipés d'un dispositif de recherche de l'objectif permettant d'acheminer le missile vers sa cible avec encore plus de précision. Un de ces systèmes est le DSMAC (digital scene-matching area correlator) qui compare les données optiques ou infrarouges emmagasinées avec celles qui sont recueillies dans la région de la cible par les détecteurs du missile. Pour se diriger sur la cible, le missile peut aussi employer un radar, ou un rayon laser. Ces dispositifs de recherche de la cible guident le missile avec une précision accrue lorsque la nature de la cible ou celle de l'ogive exige une extrême précision de tir.

C. Développement futur des missiles de croisière

Les États-Unis ont certes réalisé des progrès considérables dans la technologie des missiles de croisière, mais l'Union soviétique a travaillé vigoureusement à contrer la menace américaine en mettant au point diverses versions de son propre missile de croisière. Pour conserver leur avance, les Américains s'affairent déjà à concevoir des missiles de croisière stratégiques et tactiques plus perfectionnés.

Pour réussir à franchir des défenses de plus en plus formidables, les futurs missiles seront sans doute plus rapides, plus manoeuvrables, à plus longue portée, plus difficiles à repérer par radar ou par d'autres moyens et pourvus de contre-mesures électroniques qui faciliteront leur pénétration. Une version perfectionnée pourra amorcer des mesures d'esquive après avoir détecté certaines menaces en vol (par opposition aux mesures d'évasion programmées et emmagasinées dans l'ordinateur de guidage). Le nouveau système de guidage passif appelé Autonomous Terminal Homing et les radars au laser actuellement mis à

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

l'essai dans le cadre du programme de guidage avancé de missiles de croisière pourraient rendre l'ACM plus précis et plus difficile à détecter. Certains spécialistes sont d'avis que le missile de croisière peut être perfectionné au point de couvrir des distances intercontinentales à des vitesses supersoniques, ce qui le rendra apte à servir d'arme tactique contre des cibles "réelles" telles que les silos de missiles et les centres de commandement.

Pour atteindre ces objectifs, on cherche à mettre au point des turboventilateurs à haute température d'un rendement supérieur et développant une poussée plus considérable. On fait des expériences avec de nouveaux carburants, comportant un mélange de boron et de carbone. On pourra aussi remplacer le turboventilateur par d'autres moyens de propulsion, pour atteindre des vitesses aérodynamiques supérieures. Des matériaux composites pourraient réduire le poids des cellules. Le TERCOM pourrait être remplacé par d'autres systèmes de guidage permettant une plus grande fiabilité pendant que l'on s'efforcera d'améliorer les systèmes de recherche de l'objectif.

On songe, d'autre part, à mettre au point de nouvelles versions du missile de croisière pour accomplir d'autres genres de missions. Au cours de la période d'après-guerre, les États-Unis ont insisté sur la qualité plutôt que sur la quantité de leur armement et ont produit en petit nombre, par exemple, des avions tactiques hautement sophistiqués. Les forces armées des États-Unis ne peuvent plus se permettre de subir des pertes massives d'un tel matériel de guerre, au cours d'hostilités prolongées, sans compter qu'il faut beaucoup de temps pour fabriquer des chasseurs aussi complexes que le F-14 Tomcat et le F-15 Eagle. Dans la mesure où les missiles de croisière pourront effectuer certaines des missions tactiques des avions de chasse dans le champ de bataille moderne, comme repousser une attaque en profondeur sur le territoire national ou neutraliser les installations de défense ennemies, les Forces aériennes de l'OTAN seront douées d'une plus grande puissance stabilisatrice advenant un conflit prolongé.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

D. Polémique engendrée par les missiles de croisière

1. Doctrine militaire

Les missiles de croisière modernes retiennent l'attention de nombreux analystes militaires en raison de leurs multiples applications: la possibilité d'être déployés en nombre considérable, leur aptitude à combiner, dans un même système d'armement, la qualité et la quantité, et leur adaptabilité(1). En outre, leur déploiement obligerait également l'Union soviétique à doter sa défense aérienne d'améliorations très coûteuses. Néanmoins, les autorités militaires des É.-U. n'ont pas accepté le missile de croisière sans que certains milieux n'expriment de sérieuses réserves à son endroit.

La nouvelle technologie incorporée dans le missile de croisière ne saurait être considérée indépendamment de la doctrine militaire.

> Une nouvelle arme ne peut être évaluée isolément parce que les possibilités qu'elle offre peuvent être superflues ou faire double emploi. Il faut l'évaluer: a) en tenant compte des exigences des missions à accomplir et des conditions probables des combats à livrer, du point de vue des trois critères fondamentaux de l'efficacité militaire (mobilité, force de frappe et vulnérabilité); et b) en tenant compte des autres éléments susceptibles de modifier l'équilibre des forces en présence(2).

Chaque version du missile de croisière a une justification particulière. L'ALCM vient appuyer le rôle des bombardiers stratégiques B-52, l'un des trois piliers de la défense américaine, qui, plus lents et plus anciens, éprouvent des difficultés à pénétrer l'espace aérien soviétique. Même si les missiles balistiques lancés à partir de sous-marins offrent maintenant de plus grandes chances que les bombardiers de détruire

---

(1) Cette adaptabilité vient du fait que, en raison de la simplicité de sa conception, le missile de croisière peut être modifié plus facilement que l'avion piloté, qui est plus complexe. Le missile de croisière peut donc s'adapter plus rapidement aux fluctuations de la menace que peut poser un ennemi éventuel.

(2) Richard K. Betts, "Innovation, Assessment, and Decision", dans Richard K. Betts (éd.), Cruise Missiles: Technology, Strategy, Politics, Washington, The Brookings Institution, 1981, p. 6 (traduction).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

les cibles peu protégées, "les missiles de croisière constituent un rempart contre une percée technologique soviétique dans la lutte anti-sous-marine ou la mise au point d'un nouveau missile anti-balistique (ABM)"(3). En raison de leur capacité de détruire des cibles bien protégées et de l'insuffisance actuelle du système de défense soviétique devant cette nouvelle menace, les missiles de croisière permettent de compenser un grand avantage qu'ont les Russes en ce qui concerne la puissance des lanceurs au décollage de l'ICBM. Par conséquent, certains voient dans les ALCM stratégiques un moyen de fermer la "fenêtre de vulnérabilité" jusqu'à l'avènement de nouvelles forces de contre-attaque aux États-Unis (les MX lancés du sol et les missiles balistiques D-5 mer-sol). En outre, l'obligation pour l'Union soviétique d'investir lourdement dans sa défense aérienne anti-missiles limitera ses dépenses en armements offensifs.

Par contre, le missile de croisière à vol lent aura de plus en plus de difficulté à pénétrer les systèmes de défense aériens protégeant les cibles importantes, car les Soviétiques adopteront des mesures pour contrer cette menace. Même si l'ACM doit compliquer la défense, il est néanmoins une arme dont le déploiement coûtera plus cher aux États-Unis. En outre, à mesure que, dans un proche avenir, l'Union soviétique installera des ALCM et des SLCM à longue portée sur ses propres plates-formes stratégiques, un grave problème se posera pour la défense aérienne de l'Amérique du Nord, celle-ci ayant été négligée au moment où les ICBM ont remplacé les bombardiers pilotés comme principal élément de la menace soviétique. Dans le cadre de son initiative de défense aérienne, à laquelle participe le Canada, l'Armée de l'air américaine cherche le moyen de renforcer la défense aérienne de l'Amérique du Nord pour faire face à la nouvelle menace posée par les missiles de croisière soviétiques à longue portée.

L'emploi du SLCM dans la guerre navale pose une nouvelle série de problèmes: sur quels navires ces missiles devraient-ils être déployés? Quel rôle doivent-ils jouer par rapport aux forces aériennes

---

(3) Richard K. Betts, Cruise Missiles and U.S. Policy, Washington, The Brookings Institution, 1982, p. 12 (traduction).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

embarquées? Les SLCM devraient-ils être affectés à des missions stratégiques aussi bien qu'à des missions tactiques? Le rôle des SLCM dans le remplacement des missiles qui avaient été déployés en Europe et qui ont été éliminés aux termes du Traité INF fait l'objet d'un vaste débat. Si des missiles de croisière sont placés sur les sous-marins d'attaque américains, il se peut qu'ils remplacent les chargements de torpilles (sauf si les missiles sont logés dans des capsules montées à l'extérieur de la coque) et compromettre leur mission première qui consiste à escorter les forces opérationnelles des porte-avions et à servir de sous-marins de chasse contre l'ennemi. Si, par contre, ces missiles étaient placés sur des sous-marins construits spécialement à cette fin et destinés à une mission nucléaire de théâtre, le coût en serait très élevé, ce qui contredirait l'argument selon lequel le missile de croisière est une arme peu dispendieuse. L'avantage de déployer des missiles de croisière tactiques munis d'ogives conventionnelles sur des navires de surface est plus évident.

Le problème de l'intégration d'une nouvelle technologie à un corps de doctrine militaire n'est pas que théorique. Si on dépense d'énormes sommes d'argent pour se procurer des milliers de missiles de croisière de différents types, ce sera, au moins en partie, aux dépens d'autres systèmes d'armes.

2. Contrôle des armements(4)

Il est évident que le déploiement des missiles de croisière vient compliquer les négociations en cours pour la limitation des armements comme l'expliquait Richard Betts en 1981:

> Depuis le milieu des années 1970, on se fait de moins en moins d'illusions sur la possibilité d'en arriver à une entente avec Moscou pour les problèmes que pose la sécurité de l'Ouest. Cette désillusion est due en partie à la détérioration du climat de détente et à la croyance que les négociations ne peuvent pas se poursuivre au rythme des innovations techniques. Le missile de croisière des É.-U. et le bombardier soviétique Backfire, par exemple, nous aident à comprendre ce qu'il faut penser de l'entente conclue à Vladivostok en 1974. [...] On a finalement réussi à

(4) Une analyse plus détaillée de la question du contrôle des armements se trouve dans le bulletin d'actualité 87-13F, "Le contrôle des armements et le désarmement", Service de recherche, Bibliothèque du Parlement.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

> incorporer les ALCM dans le SALT II, mais il aura fallu sept ans pour négocier ce traité qui, d'ailleurs, n'a pas été ratifié. Si on reprend ces négociations, la décision de moderniser les forces nucléaires à longue portée de l'OTAN en les dotant de GLCM pourrait rendre la conclusion d'un SALT III encore plus difficile(5).

Si l'on considère la puissance des armes intercontinentales, le missile de croisière est un élément relativement peu important. Déjà, la puissance destructrice des ICBM et des SLBM (missiles balistiques lancés par sous-marins) est écrasante, et la modernisation des missiles aux États-Unis et en Union soviétique l'augmentera encore davantage. En 1990, après le Traité INF, et à la veille d'une entente sur les armes stratégiques (START), la question des missiles de croisière est importante. L'opposition des États-Unis à la limitation des SLCM, par exemple, a empêché tout progrès sur la question du contrôle des armes navales. On a conclu, en mai 1990, une entente qui donnait suite aux "déclarations politiques exécutoires" en ce qui concerne les déploiements de SLCM.

Certains analystes prétendent que le déploiement de telles armes en mer permet à une force nucléaire de survivre et assure ainsi une plus grande stabilité à une superpuissance; les critiques soutiennent que le fait d'utiliser de nombreux sous-marins et navires de combat comme plates-formes de lancement d'armes nucléaires rend le problème du contrôle des armements absolument "démentiel".

3. Performance

On a formulé des réserves à l'endroit du missile de croisière en songeant non seulement à la doctrine militaire et aux négociations sur la limitation des armes, mais aussi à ses performances techniques. Les tests et les expériences se poursuivent toujours et il faudra voir à quel point ses performances répondent à nos attentes. Dans un rapport qu'il adressait au Congrès au début de 1981, le Contrôleur général des É.-U. faisait la remarque suivante:

> Jusqu'ici [janvier 1981], le gouvernement n'a pas prescrit de vol d'essai pour le missile de croisière

---

(5) Betts (1981), p. 11 (traduction).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

> lancé au sol. Des vols opérationnels du missile de croisière lancé en vol, qui se poursuivent encore, ont révélé l'existence de graves problèmes en ce qui concerne 1) sa capacité de maintenir en vol des altitudes propres à minimiser les possibilités de détection par radar, 2) son système de guidage basé sur les accidents de terrain et 3) sa fiabilité. Il y a lieu de croire que les mêmes problèmes se posent pour les deux autres missiles [le ALCM et le SLCM] dont la conception est très semblable(6).

Le rapport précisait en outre qu'aucun des systèmes de missiles de croisière n'avait fait l'objet d'essais suffisant avant le déploiement et que des modifications coûteuses devront peut-être y être apportées ultérieurement pour surmonter les limites opérationnelles. En ce qui concerne le ALCM, les essais n'ont pas été réalistes du point de vue opérationnel. L'évaluation du TERCOM n'a été faite qu'au-dessus d'un terrain beaucoup plus accidenté (et par conséquent, plus apte à faciliter la navigation pour un système de guidage basé sur le relief) que le terrain qui caractérise les théâtres d'opération probables; et la fiabilité du système de mission entièrement intégré du ALCM n'a pas été convenablement évaluée avant l'essai de ses capacités opérationnelles initiales. Le GLCM est devenu opérationnel avant que l'aviation américaine ait eu la possibilité de perfectionner le système de lancement et les tactiques de déploiement. Les fonctionnaires de la Défense ont fait valoir à leur tour que le fait de surmonter les lacunes dans le domaine des capacités stratégiques justifiait que l'on prenne quelques risques dans ces programmes qui se touchent de très près.

Des problèmes analogues ont été observés dans le programme de construction du Tomahawk. Selon le rapport du bureau du contrôleur général des États-Unis, on a relevé de graves lacunes au niveau de la planification et de l'exécution des essais et du réalisme de les essais et dans l'analyse et le rapport qu'on en a fait.

Dans le cas du nouveau missile de croisière perfectionné, le succès des premiers essais en vol se situe aux environs de 50 p. 100 selon

---

(6) États-Unis, General Accounting Office, Most Critical Testing Still Lies Ahead for Missiles in Theater Nuclear Modernization Program, rapport du Contrôleur général au Congrès, Washington, 9 mars 1981 (version accessible du rapport secret du 30 janvier 1981), p. iv (traduction).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

un rapport du Congrès - "un taux nettement inacceptable pour tout engagement sérieux de production". Le Congrès a averti qu'à moins que les résultats ne s'améliorent considérablement, le programme pourrait être annulé. Au début de 1990, on avait procédé avec succès à 13 des 21 essais prévus, et la productioon du nouvel ACM devait débutar au cours de l'exercice de 1992. Selon les rapports, la production pourrait être réduite de 1 400 à 1 000 unités. Ces missiles ne doivent pas seulement naviguer jusqu'à leur cible, ils doivent aussi pénétrer les défenses ennemies. L'Union soviétique reconnaît la menace que cette arme représente et est en train de renforcer un réseau déjà formidable de radars défensifs. Le déploiement de la quatrième génération d'appareils de détection et d'interception comme le MiG-31 Foxhound et le Flanker 50-27 se poursuit, même si c'est en petits nombres selon le Soviet Military Power du gouvernement américain. Le missile sol-air SA-10 est opérationnel dans les régions frontalières de l'Union soviétique et certains analystes occidentaux croient qu'il pourrait être doté d'une capacité limitée d'interception des missiles de croisière. Les Soviétiques cherchent aussi actuellement des moyens d'étendre leur défense aérienne au-delà de leurs frontières, de manière à pouvoir intercepter les bombardiers stratégiques américains avant qu'ils n'aient atteint leur point de lancement.

4. Évolution sur le plan politique

De nombreuses personnes estiment que le déploiement des euromissiles a été un grand succès de politique étrangère pour le gouvernement Reagan et une importante manifestation de solidarité à l'endroit de l'OTAN devant une campagne d'intimidation de la part des Soviétiques. Il est surprenant, selon certains, à quel point les Russes étaient dans l'incapacité de faire face à l'OTAN sur cette question, en raison de leur ingérence dans la politique européenne (particulièrement au cours de l'élection de 1983 en Allemagne de l'Ouest) et des menaces intempestives qu'ils ont faites (poussant même le Japon à appuyer le déploiement de missiles par l'OTAN lorsque les Soviétiques ont annoncé l'installation d'un plus grand nombre de SS-20 en Asie). Ce succès a toutefois coûté cher; les relations soviéto-américaines sont extrêmement

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

tendues et plusieurs chefs de l'Europe de l'Ouest sont aux prises avec de graves problèmes politiques nationaux.

Les trois pays indispensables au déploiement des missiles de l'OTAN ont réaffirmé leur engagement envers sa stratégie au cours de 1983, en dépit des protestations qui ont eu lieu partout en Europe de l'Ouest et qui ont atteint leur apogée le 22 octobre 1983(7). Le Parlement britannique a confirmé sa décision le 31 octobre 1983, et les 16 premiers GLCM étaient en place à la base aérienne de Greenham Common à la fin de cette même année. Le 16 novembre 1983, la Chambre des députés italienne a confirmé son appui; les 16 premiers GLCM italiens sont devenus opérationnels à Comisco, en Sicile, en avril 1984. Le 22 novembre 1983, le Bundestag ouest-allemand a approuvé le déploiement de missiles, et neuf missiles Pershing II ont été mis en service à la fin de 1983 à Schwäbisch-Gmünd. Une base ouest-allemande de GLCM a été activée au printemps 1985, à la station aérienne de Wueschheim. Après quelques hésitations, le gouvernement belge a voté pour le déploiement de missiles de croisière dans les délais prévus, et la base aérienne de Florennes a reçu son premier contingent de GLCM au printemps 1985. Le gouvernement néerlandais a retardé sa décision définitive sur l'installation de missiles de croisière jusqu'au 1er novembre 1985; à ce moment, il a approuvé le déploiement de missiles à Woensdrecth parce que l'Union soviétique avait continué à déployer des SS-20. Le 10 mai 1984, le parlement danois a décidé aux voix, d'interrompre le versement de sa part des paiements en vue du déploiement des nouveaux missiles de l'OTAN. Le Danemark est ainsi devenu le premier membre de l'Alliance à se retirer de l'accord visant le déploiement des GLCM et des Pershing II.

5. Essais du missile de croisière au Canada

À la suite de contacts pris officieusement entre le Canada et les États-Unis sur la conduite des essais, les deux pays ont accepté le Programme canado-américain d'essai et d'évaluation dans un échange de notes

---

(7) Sur la réaction du public en général à la course aux armes nucléaires, consulter le Bulletin d'actualité 83-10F, "Les protestations antinucléaires et le mouvement pour la paix", Service de recherche, Bibliothèque du Parlement (Archivé).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

en date du 10 février 1983. Cette entente, conclue pour une durée de cinq ans, pourrait être renouvelée automatiquement pour une autre période de cinq ans, et chacune des deux parties pouvait y mettre fin en donnant un préavis de douze mois. Elle n'était pas réciproque, prévoyait la mise à l'essai du missile de croisière au Canada et précisait que tout missile mis à l'essai dans notre pays devait être désarmé et que l'utilisation de l'espace aérien canadien devait être contrôlée par le ministre des Transports.

Le 13 juin 1983, le gouvernement des États-Unis a demandé l'autorisation de commencer l'essai du missile de croisière au Canada au début de 1984 et cette demande a été approuvée le 15 juillet. Lorsqu'il a annoncé que l'on pourrait procéder à la mise à l'essai et à l'évaluation du Boeing AGM-86B ALCM, le ministère de la Défense nationale a précisé les objectifs suivants du projet:

a) Faire voler l'AGM-86B dans un corridor de longueur et de largeur réalistes en le lançant à une distance représentative de la côte.

b) Faire voler l'AGM-86B au-dessus d'un terrain relativement plat dont la surface peut être couverte de diverses substances, dont la neige et la glace.

c) Faire voler l'ALCM dans des conditions climatiques réalistes du point de vue opérationnel.

d) Évaluer le fonctionnement de l'altimètre du radar alors que le missile vole au-dessus de la neige, des arbres et de lacs couverts de glace.

e) Évaluer les effets des opérations à haute altitude sur l'alignement du système de navigation et sur le lancement du missile.

f) Obtenir les données sur la précision du missile en terminale au bout d'une course représentative du point de vue opérationnel.

g) Vérifier le rendement des systèmes du missile ainsi que ses qualités de vol.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

h) Évaluer la capacité du missile à suivre le terrain et sa portée(8).

Le corridor d'essai de 1 625 milles (2 600 km) couvre une partie des Territoires du Nord-Ouest, de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de la Saskatchewan (voir la figure 1). Il ne pouvait être utilisé que durant les mois de janvier, février et mars pour des vols au cours desquels le missile était lancé à partir de B-52; en revanche, les "vols captifs", au cours desquels le missile restait toujours attaché au bombardier, n'étaient pas soumis à cette restriction dans le temps. Il ne pouvait y avoir plus de six essais chaque année, et la mise à l'essai opérationnelle de l'AGM-86B pouvait se poursuivre pendant la durée du programme canado-américain d'essai et d'évaluation. L'essai de toute autre version du missile de croisière exigeait d'autres négociations et une approbation distincte du gouvernement. L'entente a été modifiée pour permettre la tenue de sept essais par année et elle a été prolongée jusqu'en 1993.

Les essais effectués au Canada sont complexes car ils font appel à la participation de 15 à 20 aéronefs, soit des ravitailleurs, des chasseurs et des avions AWACS (Système aéroporté d'alerte et de surveillance). Après plusieurs années, on est passé de la surveillance, aux tentatives de repérage et d'interception de ce missile, un aspect important des opérations du NORAD.

Le premier essai d'un missile de croisière au Canada, un vol captif, a eu lieu le 6 mars 1984. À ce jour, 14 tests d'ALCM ont été effectués dans notre pays. En janvier 1990, un essai devait permettre d'évaluer la capacité d'interception des missiles de croisière par les avions de combat CF-18 canadiens et F-15 et F-16 américains, un élément important du programme d'essais. Malheureusement, un des CF-18 canadiens a explosé au décollage, amenant les critiques à renouveler leur appel pour qu'il soit mis un terme aux essais de missiles de croisière au Canada.

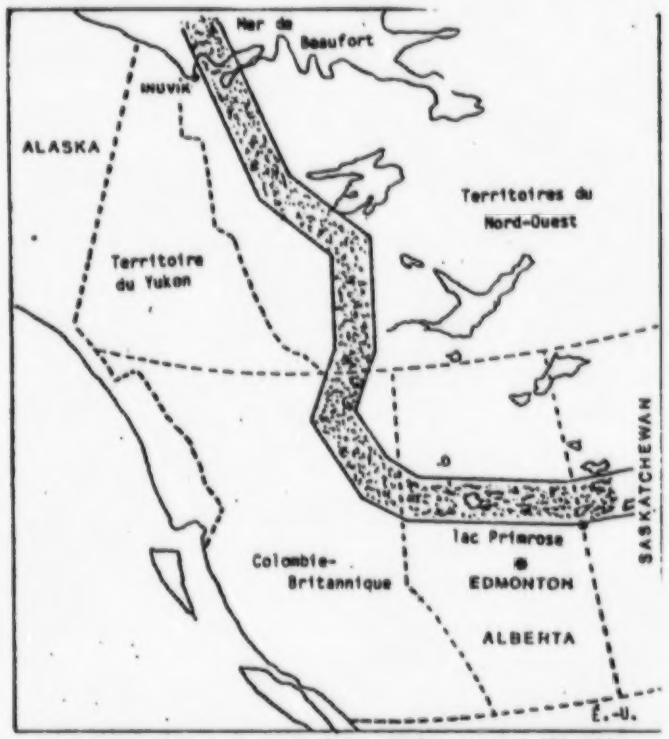
Les essais des missiles de croisière au Canada ont été contestés, les critiques réclamant, d'une part, qu'on y mette fin et que

---

(8) Canada-États-Unis -- Essai et évaluation du missile de croisière Air-Sol AGM-86B: Information sur le projet, note accompagnant un communiqué du ministère de la Défense nationale, Le Canada accepte de mettre à l'essai le missile de croisière, 15 juillet 1983, p. 2.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Figure 1: Le corridor d'essai de l'ALCM au Canada



Le parcours d'essai au Canada (zone ombrée) est de 1 400 milles marins de longueur et de 80 milles marins de largeur

Source: "Canada agrees ALCM Test Route", Flight International, vol. 126, n° 3876, 20 août 1983, p. 478.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

l'on contribue ainsi au contrôle des armements, et le gouvernement soutenant, d'autre part, que ces essais ont un effet dissuasif et qu'ils renforcent la capacité anti-missiles du NORAD.

En février 1989, le gouvernement a accepté de permettre que le missile de croisière perfectionné (AGM-129A) soit mis à l'essai au Canada. Le premier de ces essais, un "vol captif", a eu lieu le 2 mars 1989 et un autre s'est déroulé en mars 1990.

6. Ciel ouvert

Fait paradoxal dans la saga des missiles de croisière au Canada, la proposition "ciel ouvert" qui devrait être acceptée en 1990 ferait en sorte que des représentants de l'Union soviétique et d'autres pays signataires du pacte de Varsovie auraient probablement été autorisés à venir observer les mises à l'essai des missiles au Canada - ce que la population canadienne n'a pas eu le droit de faire. Cependant, l'accord sur la proposition "Ciel ouvert" s'est révélé plus difficile à faire que prévu et les perspectives ne semblaient guère encourageantes au milieu de 1990.

CHRONOLOGIE

juin 1944 - Les Allemands lancent leurs premières bombes volantes V-1 contre l'Angleterre.

années 1950 - Les États-Unis déploient des missiles de croisière munis d'un système rudimentaire de téléguidage dans leurs forces stratégiques, mais le manque de fiabilité de ces missiles contraste avec l'avenir prometteur des systèmes de missiles balistiques. L'URSS inaugure une série de missiles de croisière lancés en mer pour contrer la menace des forces opérationnelles des porte-avions des États-Unis et continue à perfectionner ses missiles tactiques.

26 mai 1972 - Le président Nixon et le secrétaire général Brejnev concluent les négociations SALT I en signant un traité interdisant les missiles balistiques et une entente provisoire portant sur certains aspects des armes stratégiques. Le traité est d'une durée illimitée (bien que l'une ou l'autre des parties ait le droit de s'en retirer après en avoir donné un avis de six mois) et la durée de l'entente provisoire était de 5 ans. Les dispositions de SALT I ne faisaient pas état du développement des missiles de croisière.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

30 juin 1977 - Le président Carter annule la production du bombardier stratégique B-1 afin de constituer une force considérable d'ALCM à longue portée (environ 3 400), qui seront déployés sur des B-52.

18 juin 1979 - L'entente SALT II est signée par le président Carter et le secrétaire général Brejnev. Bien que le Sénat des États-Unis ait refusé de ratifier ce traité, les deux parties contractantes se sont engagées à en respecter les dispositions. Un protocole du traité SALT II, qui expirait le 31 décembre 1981, contenait deux dispositions dignes de mention:

1) Chacune des parties contractantes s'engage à ne pas déployer de missiles de croisière d'une portée supérieure à 600 km, à partir de dispositifs de lancement en mer ou sur terre.

2) Chacune des parties contractantes s'engage à ne pas faire de vols d'essai avec des missiles d'une portée supérieure à 600 km, équipés d'ogives multiples pouvant être dirigées contre des cibles distinctes, à partir de dispositifs de lancement en mer ou sur terre.

12 décembre 1979 - Inquiété par le déploiement des missiles balistiques SS-20, l'OTAN décide de moderniser les forces nucléaires des États-Unis en Europe et de déployer 108 missiles balistiques Pershing II en Allemagne de l'Ouest et 464 GLCM dans cinq pays de l'Europe de l'Ouest.

2 octobre 1981 - Le président Reagan propose un programme de réarmement de cinq ans, qui remet en service le bombardier stratégique B-1.

18 novembre 1981 - Le président Reagan propose son "optique zéro" en vertu de laquelle l'OTAN renoncerait à déployer ses missiles Pershing II et GLCM, à la condition que l'Union soviétique démantèle tous ses missiles nucléaires à longue portée (SS-4, SS-5 et SS-20), dirigés contre l'Europe de l'Ouest. L'URSS rejette cette proposition.

14 octobre 1982 - L'usine de la société "The Litton Systems Canada" située à Rexdale (Ontario), qui fournit le système de guidage inerte du missile de croisière, est fortement endommagée par une explosion de dynamite.

décembre 1982 - Un premier escadron de 16 B-52 munis d'ALCM devient opérationnel à la Base Griffiss des Forces aériennes, dans l'État de New York.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

10 février 1983 - Le Canada et les États-Unis concluent une entente sur le Programme canado-américain (CANUS) de test et d'évaluation. Cette entente prévoit que les missiles de croisière qui seront soumis à des vols d'essai au Canada, ne devront pas être armés et que les corridors choisis pour ces vols expérimentaux au-dessus du territoire canadien devront être choisis de façon à causer le moins d'interférence possible avec les avions civils en vol et les personnes au sol.

13 juin 1983 - Les États-Unis demandent l'autorisation de mettre à l'essai au Canada le missile de croisière lancé en vol, aux termes du Programme canado-américain de mise à l'essai et d'évaluation.

15 juillet 1983 - Le gouvernement fédéral annonce qu'il autorisera les États-Unis à mettre à l'essai le Boeing AGM-86B ALCM au Canada.

fin décembre 1983 - Les premiers missiles balistiques Pershing II sont opérationnels en Allemagne de l'Ouest ainsi que les premiers GLCM, en Grande-Bretagne.

6 mars 1984 - Date de la première mise à l'essai du missile ALCM au Canada.

10 mai 1984 - Le Danemark devient le premier pays membre de l'OTAN à se retirer de l'accord visant le déploiement des GLCM et des Pershing II en Europe occidentale, en mettant fin au paiement de sa part des coûts de déploiement.

2 août 1984 - L'Union soviétique annonce qu'elle a effectué avec succès des essais de missiles de croisière à longue portée lancés du sol.

printemps 1985 - Des GLCM sont déployés en Allemagne de l'Ouest et en Belgique.

1er novembre 1985 - Le gouvernement néerlandais approuve le déploiement de GLCM.

novembre 1985 - Les dirigeants de l'OTAN estiment que l'Union soviétique dispose maintenant d'environ 441 SS-20 opérationnels, porteurs de 1 323 ogives nucléaires. Approximativement les deux tiers font face aux pays européens membres de l'OTAN; les autres sont stationnés dans le théâtre soviétique de l'Extrême-Orient, qui couvre la Chine, le Japon et la Corée du Sud. On rapporte que la construction de nouvelles bases de SS-20 se

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

poursuit, tant dans l'est que dans l'ouest de l'Union soviétique.

22 janvier 1986 - Un missile de croisière américain désarmé s'égare et s'écrase au sol dans le polygone de tir des Forces canadiennes à Cold Lake, en Alberta, après un vol d'essai réussi de 2 415 km. L'essai, d'une durée de 4 heures, comprenait une simulation d'interception par deux appareils CF-18 des Forces canadiennes. L'écrasement du missile est attribué à une panne de carburant.

25 février 1986 - Un missile de croisière s'écrase immédiatement après avoir été largué d'un B-52, son moteur ayant refusé de s'allumer. Il est retrouvé sur les glaces de la mer de Beaufort, au nord-ouest de Tuktoyaktuk (T.N.-O.). C'est le huitième échec d'un missile de croisière lancé en vol en 54 essais. Immédiatement après, le gouvernement fédéral impose une suspension temporaire des essais de missiles de croisière au Canada prévus par l'accord quinquennal canado-américain.

septembre 1986 - L'attaché militaire de l'ambassade des Pays-Bas à Ottawa déclare qu'aucun GLCM n'a encore été déployé dans son pays, bien que l'infrastructure nécessaire au lancement de ces missiles soit en construction.

26 novembre 1986 - Le département américain de la Défense annonce que le 131e bombardier B-52 porteur de missiles de croisière se rendra le 28 novembre à sa base d'opérations située au Texas. On dépasse ainsi les limites prévues par le traité SALT II en ce qui concerne le nombre de bombardiers porteurs de missiles de croisière et le nombre d'ogives que ceux-ci peuvent contenir. Le Congrès avait officiellement demandé au président Reagan de se conformer aux dispositions du traité non ratifié. Le gouvernement fédéral dit regretter cette décision, mais déclare que les essais de missiles de croisière au Canada se poursuivront.

8 décembre 1987 - Le Traité de limitation des armes nucléaires à portée intermédiaire (Traité INF) est signé à Washington; il prévoit l'élimination et la destruction des missiles de croisière lancés du sol qui sont déployés en Europe.

28 janvier 1989 - Le premier missile de croisière non armé mis à l'essai en 1989 atteint sa cible au polygone de tir du lac Primrose, 250 km au nord-est d'Edmonton. Le vol d'essai comportait une opération de recherche

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

et destruction à laquelle ont participé 11 avions à réaction, 4 du Canada et 7 des États-Unis. Les résultats n'ont pas été rendus publics.

1er février 1989 - Le gouvernement se rend à la demande que lui ont présentée les États-Unis, le 17 janvier, d'être autorisés à mettre à l'essai le nouveau missile de croisière AGM-129A au-dessus du territoire canadien. Ce missile est à la fine pointe de la technologie, donc presque impossible à détecter par radar. Les critiques prétendent que le AGM-129A a une capacité de première frappe à l'égard de cibles situées en Union soviétique, mais le gouvernement soutient qu'il s'agit d'une arme de riposte.

mai 1990 - Conclusion d'un accord, indépendamment des négociations du START, sur les "déclarations politiquement exécutoires" concernant les déplacements de SCLM.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

Arkin, William M. "Stealth Cruise Sneaks into Canada." Bulletin of the Atomic Scientists, mai 1989.

Arkin, William M. "Tomahawk: Ominous New Development". Bulletin of the Atomic Scientists, vol. 40, n° 8, octobre 1984, p. 3-4.

Arkin, William et Joshua Handler. "Nuclearization of the Oceans." Causerie présentée devant la Conférence sur la limitation des armements navals et la sécurité maritime, Halifax (N.-É.), juin 1990.

Arnett, Eric. Limiting Sea-Launched Cruise Missiles. Synthèse des questions de fond, The American Association for the Advancement of Science, 1989.

Canada, ministère de la Défense nationale, Cabinet du Ministre. "Texte de la déclaration d'intention concernant le Programme canado-américain de test et d'évaluation". Communiqué, 21 avril 1983. 10 + 2 p.

Département de la Défense des États-Unis. Soviet Military Power 1989: Prospects for Change.

Duncan, Jeffrey S. "The Tomahawk Nuclear Cruise Missile: Arguments For and Against". Oceans, vol. 28, n° 2, été 1985, p. 55-61.

"Euromissiles: Special Section". Bulletin of the Atomic Scientists, vol. 39, n° 10, décembre 1983, p. 12-38.

Kaplan, Fred. "Cruise Missile: Wonder Weapon or Dud?". High Technology, vol. 3, n° 2, février 1983, p. 26-34.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

"Policy Would Let Soviets Watch Missile Tests". The Gazette (Montréal). 10 janvier 1990.

Lambert, Mark. "1,000 Cruise Missiles Delivered: What Comes Next?". Interavia, mai 1984, p. 485-488.

Mann, Paul. "Cold Lake Matures Into Strategic Base." Aviation Week and Space Technology, 28 septembre 1987.

Robinson, Clarence A. "Soviets Test New Cruise Missiles". Aviation Week & Space Technology, vol. 120, n° 1, 2 janvier 1984, p. 14-16.

Sorrels, Charles A. U.S. Cruise Missile Programs: Development, Deployment and Implications for Arms Control. McGraw-Hill Publications Canada, 1983.

Sweetman, Bill. "Radical Design of Stealth ACM". Jane's Defence Weekly, vol. 13, n° 10, 10 mars 1990, p. 413.